

втоми ідентифікується як реєструючі у часі зміни характеристик поверхневого шару матеріалу — мікротвердості (за Віккерсом) та товщини поверхні в якій сталися зміни внаслідок запроваджених технологій обробки матеріалів. Розроблено методику вимірювання товщини поверхневого шару металічних матеріалів, який має відмінні від решти матеріалу властивості. Вона базується на вимірюванні та інтерпретації масштабного ефекту мікротвердості, реєстрація якого реалізується за результатами запису діаграми вдавлювання індентора. Наведено результати вимірювання товщини поверхневого шару матеріалу зі зміненими фізико-механічними властивостями, який сформувався в результаті різних видів обробки поверхні — електроерозійної, лазерної та механічної. Обґрунтовано залежність початкової товщини шару від вихідної пластичності матеріалу. Аналізуються результати дослідження зміни товщини поверхневого шару внаслідок дії циклічного навантаження, що показали його зменшення з ростом числа циклів за лінійним законом в напівлогарифмічній системі координат. Мінімальна товщина поверхневого шару (2-3 мкм) досягається на момент руйнування. З використанням досліджених закономірностей розроблено методику оцінки пошкодженості металевих матеріалів, яка дає можливість розраховувати залишкову довговічність. За рахунок моделювання робочої частини зразка у вигляді тонкостінного циліндра запропоновано співвідношення для розрахунку накопиченої пошкодженості матеріалу за умов багатоциклового навантаження, а також виконано аналіз отриманих результатів.

УДК 621.375.826:621

Свіржевська М.В., студ.; Романенко В.В., к.т.н., доц.

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПРОЦЕСУ ЛАЗЕРНОЇ ПОВЕРХНЕВОЇ ОБРОБКИ В АВТОМАТИЗОВАНОМУ РЕЖИМІ

Технології лазерної поверхневої обробки такі, як зміцнення, легування, наплавлення та ін. є високоефективними способами надання найбільш навантаженим поверхневим шарам деталей потрібного комплексу фізико-механічних характеристик, відновлення їх розмірів та форм. Все це в результаті дозволяє значно підвищити якість і надійність роботи вузлів, до складу яких входять такі деталі, підвищити ресурс їх роботи.

На сьогодні найбільше розповсюдження отримали способи лазерного легування та наплавлення, при яких здійснюється нагрівання до оплавлення лазерним променем локальної зони поверхні металевого виробу з одночасною примусовою подачею в цю зону порошкового матеріалу або порошкової композиції декількох матеріалів. В зоні обробки порошкові матеріали теж розплавляються і або утворюють адгезійний зв'язок з матеріалом основи, або частково чи повністю перемішуються з розплавом матеріалу основи, утворюючи з ним металургійний зв'язок. Змінюючи параметри процесу такої обробки, можна управляти розмірними, якісними та експлуатаційними характеристиками поверхонь деталей. Керуючими параметрами процесу лазерної наплавки чи легування є: потужність випромінювання та її розподіл в плямі фокусування, швидкість відносного руху лазерного променя і деталі, розмір і форма площини фокусування, витрати і напрямок подачі порошкових матеріалів.

Головним недоліком розглядуваного способу є те, що при подачі порошку в зону дії лазерного променя його частина непродуктивно та неконтрольовано розсіюється в навколишнє середовище, що суттєво знижує продуктивність процесу та збільшує його вартість в наслідок безповоротних витрат порошку. При цьому знижується якість поверхневого шару в результаті практично не прогнозованої кількості матеріалу в наплавленому покритті. Крім того, виникає додаткова необхідність в організації захисту технологічного обладнання, електронних систем управління та обслуговуючого персоналу від деструктивної дії порошкового матеріалу, що розлітається.

Для підвищення продуктивності і, головне, якості результатів процесу лазерної поверхневої наплавки та легування запропонований новий пристрій для реалізації цього виду обробки, принцип дії якого полягає в тому, що в традиційну схему подання порошкового матеріалу за допомогою дозатора і транспортування його в зону наплавлення чи легування за рахунок газового потоку (наприклад, інертного газу – аргону) на поверхню деталі для наплавлення лазерним променем в середовищі аргону додатково вводиться пристрій повернення тієї частини порошку, яка не пішла на утворення поверхневого шару, назад, в дозатор, за допомогою інжекційної системи. Пристрій включає в себе також додаткову камеру з ваговим датчиком кількості поверненого із зони обробки порошку. За допомогою комп'ютера підбирається така витрата порошкового матеріалу, що транспортується в зону обробки, щоб кількість поверненого порошку була мінімальною.

Таким чином, для заданих технологічних параметрів лазерної наплавки або легування в автоматизованому режимі підтримується процес обробки, при якому кількість непродуктивно розсіяного порошкового матеріалу буде мінімальною, що забезпечує високу якість нанесеного поверхневого шару в результаті прогнозованої кількості матеріалу в наплавленому покритті.

УДК 621.375.826:621

Блощин М.С. ас., Головка Л.Ф. д.т.н. проф., Кутасевич С.О. студ., Салій С.С. студ.

ІНДУКЦІЙНЕ НАГРІВАННЯ ГАЗОПОРОШКОВОЇ СУМІШІ ПРИ КОМБІНОВАНОМУ ЛАЗЕРНО-ІНДУКЦІЙНОМУ НАПЛАВЛЕННІ

Значна частка відмов машин, що працюють в умовах дії абразивних і агресивних середовищ, високих температур та тисків, безпосередньо пов'язана зі зношуванням контактуючих поверхонь деталей, втратою геометричних форм і розмірів. До таких деталей можна віднести лопатки газових турбін, що працюють при високих температурах, дії агресивного газового потоку й абразивних часток, під'ятники турбокомпресорів, цапфи бурових доліт, колінчасті й розподільні вали двигунів й ін.

Областю ефективного застосування лазерного газопорошкового наплавлення є зміна фізико-механічних властивостей поверхневих шарів деталей машин, відновлення їх розмірів і форми, але висока вартість енергії лазерного випромінювання та істотне збільшення собівартості наплавлення при збільшенні продуктивності процесу обмежує область використання цієї технології. Тому виконуються наукові дослідження спрямовані на пошук способів зниження собівартості процесу лазерного газопорошкового наплавлення за рахунок використання більш дешевих допоміжних джерел енергії.

Було вибрано індукційний спосіб нагрівання металів для наплавлення, що заснований на двох фізичних законах: законі електромагнітної індукції Фарадея-Максвелла та законі Джоуля-Ленца.

Результатом цих досліджень став процес лазерно-індукційного наплавлення, коли функції кожного джерела енергії чітко розмежовані. Лазерний промінь розплавляє певний об'єм матеріалу основи і доводить до температури плавлення підігрітий вихровими струмами матеріал для наплавлення. Особливістю метода стала подача газопорошкової суміші у скляній кварцевій трубці зі вставкою в центрі кварцевого осереддя для створення кільцевої форми потоку, що збільшило рівномірність й температуру нагрівання суміші. На основі експериментів було визначено енергетичні параметри лазерного опромінювання, умови та характеристики подачі порошкового матеріалу, кінематика відносного руху променя і заготовки, визначені діапазони зміни потужності індуктора та оптимальний діапазон частот електричного струму.